

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2004 EPO. All rts. reserv.

13918523

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 9199276 A2 19970731 <No. of Patents: 002>

**ORGANIC THIN FILM EL ELEMENT** (English)

Patent Assignee: NIPPON ELECTRIC CO

Author (Inventor): UTSUKI KOJI

IPC: \*H05B-033/14;

CA Abstract No: 127(14)197520Q

Derwent WPI Acc No: G 97-441016

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
<b>JP 9199276</b>	A2	19970731	JP 965493	A	19960117 (BASIC)
US 5837391	A	19981117	US 784791	A	19970116

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 965493 A 19960117

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05584476      \*\*Image available\*\*

ORGANIC THIN FILM EL ELEMENT

PUB. NO.:      09-199276 [JP 9199276 A]

PUBLISHED:      July 31, 1997 (19970731)

INVENTOR(s):    UTSUKI KOJI

APPLICANT(s):   NEC CORP [000423] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.:      08-005493 [JP 965493]

FILED:           January 17, 1996 (19960117)

INTL CLASS:     [6] H05B-033/14

JAPIO CLASS:    43.4 (ELECTRIC POWER -- Applications); 44.9 (COMMUNICATION --  
Other)

JAPIO KEYWORD: R020 (VACUUM TECHNIQUES)

### ABSTRACT

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an organic thin film EL element in which high brightness white color luminescence and full color luminescence can be easily obtained by providing an electrode on a boundary surface of plural laminated organic luminescence media so that charge can be implanted from the electrode to both adjoining organic luminescence media.

**SOLUTION:** In an organic thin film EL element having plural laminated organic luminescence media sandwiched by a pair electrodes at least one of which is transparent on a substrate, an electrode is provided on at least one boundary surface of the plural laminated organic luminescence media so that charge can be implanted from the electrode to both of two adjoining organic luminescence media. For instance, among the laminated plural organic luminescence media (3a: blue, 3b: green, 3c: red), a translucent positive electrode 4a is provided between the organic luminescence media 3a, 3b. Thereby, positive holes can be implanted into both of the organic green luminescence medium 3b and the organic red luminescence medium 3c. 1 is a substrate, 2a is a translucent negative electrode, and 2c is a negative electrode.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-199276

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
H05B 33/14

識別記号

F I  
H05B 33/14

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全8頁)

(21) 出願番号 特願平8-5493

(22) 出願日 平成8年(1996)1月17日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 宇津木 功二

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

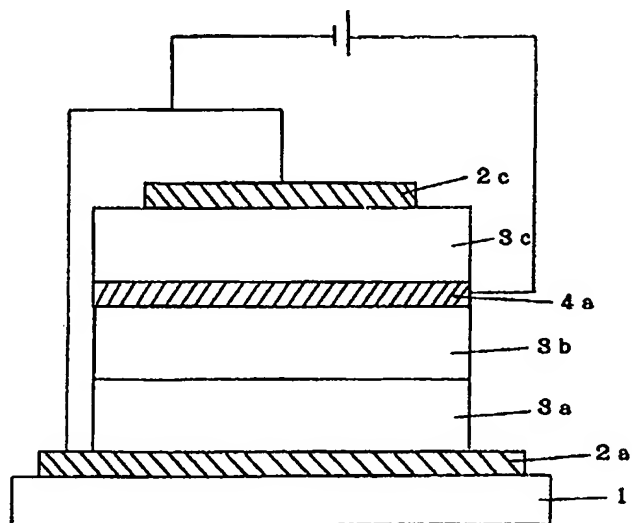
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 有機薄膜EL素子

(57) 【要約】

【課題】 有機発光媒体が積層されてなる有機薄膜EL素子を用いて、低電圧で高輝度、且つ色バランスの優れた合成発光を得る。

【解決手段】 合成発光が得られるように有機発光媒体を積層した有機薄膜EL素子において、例えば有機赤色発光媒体3cと有機緑色発光媒体3aを分割するように半透明陽極4aを設ける。前記電極は隣接する有機発光媒体の両方に電荷を注入でき、且つ各有機発光媒体から得られる発光を合成して基板から取り出す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に少なくとも一方が透明な対電極によって挟持された複数の積層された有機発光媒体を有する有機薄膜E.L.素子において、前記複数の積層された有機発光媒体の少なくとも一つの界面に電極を有し、前記電極は隣接する二つの有機発光媒体の両方に電荷を注入できることを特徴とする有機薄膜E.L.素子。

【請求項2】対電極と有機発光媒体の界面に設けられた電極が、負極と正極が交互となるように設けられていることを特徴とする請求項1記載の有機薄膜E.L.素子。

【請求項3】有機発光媒体が、本質的に青色発光、緑色発光、赤色発光をする各層を有することを特徴とする請求項1または2記載の有機薄膜E.L.素子。

【請求項4】有機発光媒体が少なくとも1つの有機発光層と、正孔注入・輸送帯及び／又は電子注入・輸送帯との積層構造であることを特徴とする請求項1ないし3記載の有機E.L.素子。

【請求項5】有機発光媒体のうち少なくとも1つが正孔輸送又は電子輸送性のバインダー中に発光材料を分散させた発光層を少なくとも1層有することを特徴とする請求項1ないし3記載の有機薄膜E.L.素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は白色発光やフルカラー表示等に利用できる有機薄膜E.L.素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】タング(Tang)とバンスリク(Vanslyke)らの新しい構成の有機薄膜E.L.素子の報告(アプライド・フィジックス・レターズ(Applied Physics Letters)、51巻、913頁、1987年)以来、有機材料と素子化技術の改良により、種々の発光色を比較的容易に得ることが可能になった。特に、青、緑、赤の3原色発光が得られるようになったことから、フルカラー素子の開発も進められている。

【0003】有機薄膜E.L.素子を使ったフルカラー化の方法の一つとして、青(B)、赤(R)、緑(G)の発光材料を積層薄膜化する方法が報告されている(第253回蛍光体同学会講演予稿、1頁～8頁、1994年、特開平7-142169号公報参照)。前記方法は図4に示すように基板上に、有機青色発光媒体、有機緑色発光媒体、有機赤色発光媒体が形成され、一対の電極から電子と正孔を注入し発光媒体中で電子と正孔が再結合することによって生じる発光を基板側から取り出している。この場合、各発光媒体から生じる発光を合成、すなわち発光スペクトルを重ね合わせることで白色発光を実現している。この方法においては、基本的に有機薄膜層を2次元(平面)方向に素子分離することなく、R、G、Bのパターンニングはカラーフィルターを用いて行えるので、有機薄膜はベタの成膜で良いことがこの方法

の利点の一つである。

【0004】発光スペクトルを重ね合わせて光を取り出す別な方法として、有機E.L.素子(セル)を2枚以上重ね合わせ、各単位セルにおいて発生した光を合成して取り出方法が開示されている(特開平7-57873号公報参照)。この方法を用いると、高解像度の合成発光が実現できると述べられている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、発光層が積層された有機薄膜E.L.素子と複数の有機E.L.セルが重なって形成される有機薄膜E.L.素子においては、比較的簡単な構造と手法で白色発光やカラー化が実現できる。しかし、前記2つの方法では、いずれも発光色の色バランスの制御が困難であること、発光の駆動電圧が高くなること、発光効率(光子/電子変換効率、光取り出し効率)が低いなどの問題がある。

【0006】例えば、白色発光を得ようとする場合、図4の従来の素子では輝度バランスを制御するには、発光材料の含有量を精密に制御する必要があること、電圧によって輝度バランスが変動すること、及び同一発光層中に複数の発光材料が存在するため電荷トラップが生じやすく低電圧駆動ができない等の欠点を有する。また、図5のようなセルを複数個重ね合わせる方法で白色発光やカラー表示を行う場合、セル間の電極の短絡を防ぐための絶縁膜層が必要なこと、且つセルが複数個重なっているために電極や絶縁膜等による光の透過率が低くなり、結果として高輝度発光がきわめて困難である。

【0007】本発明の目的は、有機発光媒体が適切に積層された高発光効率の有機薄膜E.L.素子で、特に高輝度の白色発光やフルカラー発光を簡単な手法で得るための素子構成を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者は全述の課題を解決するために、発光の輝度バランスを制御することが容易で、しかも発光輝度の高い合成発光及びカラー発光を得るべく検討した結果、複数の積層された有機発光媒体の界面に電極を設け、前記電極からは隣接する有機発光媒体の両方に電荷が注入できるようにすることで、同一基板状上で比較的容易に合成発光が得られることを見だし本発明に至った。

【0009】すなわち本発明は、基板上に少なくとも一方が透明な対電極によって挟持された複数の積層された有機発光媒体を有する有機薄膜E.L.素子において、前記複数の積層された有機発光媒体の少なくとも一つの界面に電極を有し、前記電極は隣接する二つの有機発光媒体の両方に電荷を注入できることを特徴とする有機薄膜E.L.素子である。ここで、隣接する二つの有機発光媒体の両方に電荷を注入する方法としては、対電極と有機発光媒体の界面に設けられた電極が、負極と正極が交互となるように、つまり基板上の電極が正極のとき、基板上の

電極に最も近い界面に設けられた電極は負極、次に積層される電極は正極となるように電極を設けることで容易に達成することができる。つまり、積層された有機発光媒体のうち少なくとも1つを発光させるように素子及び駆動法に適宜改良を施せば、マトリクス上でカラー表示を行うことができる。また、有機発光媒体が、本質的に青色発光、緑色発光、赤色発光をする各層を設け、3つの発光媒体を複数個同時に発光させることで基板から白色等の合成色発光を取り出し、カラーフィルターと組み合わせフルカラー表示を行うことも可能である。

【0010】また、本発明の有機薄膜EL素子の発光媒体を構成する有機発光層は正孔注入・輸送層及び／又は電子注入・輸送層との積層構造であったり、発光材料単体又は発光材料と正孔輸送材料及び／又は電子輸送材料の混合体から形成される多層又は単層構造であってもよい。

【0011】図1に示す例では、積層された複数の有機発光媒体のうち、有機赤色発光媒体3cと有機緑色発光媒体3bとの間に半透明陽極4aが設けられている。図2に示す例では、有機青色発光媒体3aと有機緑色発光媒体3bとの間に半透明陽極4aが設けられている。図1及び図2において電極4aからは隣接する有機発光媒体の両方、すなわち図1では有機緑色発光媒体3bと有機赤色発光媒体3cに、また図2では有機青色発光媒体3aと有機緑色発光媒体3bの両方に正孔が注入できるように素子が構成されている。また、半透明陰極2aと陰極2cは共通に電源に接続されている。半透明陰極2aからは有機青色発光媒体3a及び有機緑色発光媒体3bに、また陰極2cからは有機赤色発光媒体3cに電子が注入され、電極4aから注入された正孔と再結合して各有機発光媒体がELを発光する。各有機発光媒体からのELは合成され基板を通して取り出すことができる。

【0012】図1において例えば陰極2cの仕事関数を半透明陰極2aの陰極よりも小さくしておけば有機赤色発光媒体3cの電子注入効率を他の有機発光媒体への注入よりも上げることが可能であり、例えば赤色発光の発光効率が低い材料系を用いても、緑色発光媒体3bと青色発光媒体3aとの輝度バランスの制御が従来の方法よりも簡単になる。また、図1や図2においては光を取り出す光路中に存在する電極が2個で済み、更に発光セルを複数個重ねる従来の方法(図5)のように絶縁膜又は基板を設ける必要はないので光の取り出し効率の低減を少なくできる利点がある。

【0013】図1及び図2では、3つの有機発光媒体の内2つが同じ電極対の間に形成されているが、本発明においては図3に示すように、有機発光媒体を分割する電極を二つ設け、有機赤色発光媒体3c、有機緑色発光媒体3b及び有機青色発光媒体3aを独立させれば発光の輝度バランスの制御がより簡単になる。尚、図1及び図2に

においては電源が1つで半透明陰極1aと陰極1bが、図3においては半透明陰極2bと陰極2c及び半透明陽極4bと半透明陽極4aが共通に接続されているが、電源を複数個にして各発光媒体に電圧を独立に印加して、輝度バランスを制御してもよい。

【0014】本発明において、有機薄膜EL素子における有機発光媒体の有機薄膜層は真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法)あるいは溶媒に溶かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。有機発光媒体の発光材料は特に限定されず、公知の発光材料を適用できる。有機青色発光媒体を構成する青色発光材料としては、例えば、米国特許第541671号や米国特許第5294870号に記載される8-キノリノール及びその誘導体の金属錯体や前記金属錯体にペリレンやクマリン誘導体をドーブしたもの、特開平6-9953号公報に示されるジスチルアリーレン誘導体及びジスチルアリーレン誘導体に蛍光色素をドーブしたものなどが性能が優れており代表として挙げられる。有機緑色発光媒体を形成する発光材料としては、例えば、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム、キナクリドン誘導体、キサンテン色素、クマリン誘導体、などが性能が優れており代表として挙げられる。有機赤色発光媒体を形成する発光材料としてはアジン色素、クマリン誘導体、キサンテン色素、メロシアン色素、アクリジン色素、フタロシアン色素等が挙げられる。

【0015】本発明有機薄膜EL素子の有機発光媒体には、必要に応じて正孔注入・輸送層を設けることも有効である。正孔輸送材料としては特に限定されないが、例えばトリフェニルジアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ポルフィリン誘導体、スチルベン誘導体、アリールアミン誘導体などを用いることができる。本発明では、発光効率を上げるため、前記正孔輸送層と発光層の間にブロッキング層を設けることも有効である。前記ブロッキング層は、発光層内で生成した励起子の閉じ込めと陰極から発光層に注入された電子の閉じ込めを担っている。前記ブロッキング層に用いるべく化合物としては、極度に正孔の注入特性を阻害するものでなければ特に限定されるものではないが、励起エネルギーが隣接する発光層材料のそれよりも大きいことが望ましい。本発明においてブロッキング層として適用できる化合物としては、発光効率を低減させない範囲で、例えば公知のトリフェニルジアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ヒドラゾン誘導体、ブタジエン誘導体、スチルベン誘導体、ピラゾリン誘導体、ベンジジン誘導体などが挙げられる。更に、本発明においては正孔輸送層と陽極の間に正孔注入層を設けることも有効である。正孔注入層は陽極からの安定な正孔注入を達成すべく導入するものであるが、有機薄膜層と陽極の密着性を保持する役目を担う

必要がある(応用物理、第64巻、第12号、1230頁~1233頁参照)。本発明において適用できる正孔注入層は例えば“色素ハンドブック：講談社’86年”に記載されているスピロ化合物、アゾ化合物、キノン化合物、インジゴ化合物、ジフェニルメタン化合物、キナクリドン化合物、ポリメチン化合物、アクリジン化合物、ポルフィリン化合物等の縮合多環系の色素が適用できる。また、芳香族アミン等の“オーガニック セミコンダクターズ：フェルラック ケミエ社’74年(ORGANIC SEMICONDUCTORS：VERLAG CHEMIE’74)”に記載されている低分子有機P型半導体も適用できる。

【0016】本発明においては必要に応じて電子注入・輸送帯を発光層と陰極の間に設けても良い。電子注入・輸送材料は特に限定されるものではないが、8-ヒドロキシキノリノール及びその誘導体、オキサジアゾール誘導体、ジフェニルキノン誘導体、SrO、CaO、BaOなどのアルカリ土類酸化物(特開平6-163158号公報参照)の適用が可能である。

【0017】有機薄膜EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送帯に注入する役割を担うものであり、4.0eV以上の仕事関数を有することが効果的である。陽極または半透明陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(SnO<sub>2</sub>)、金、銀、白金、銅等を含んだ化合物が適用できる。陰極としては、電子輸送帯又は発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましく、特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム-リチウム合金等が使用できる。半透明な陰極材料としては特開平6-163158号公報に記載されるITOやSnO<sub>2</sub>を用い、前記半透明な陰極材料と有機薄膜層の界面にSrO、CaOなどのアルカリ土類金属酸

化物を0.1~1nm設ければ効果的な電子注入が達成される。

【0018】尚、素子を酸素や湿気から守る目的で、金属酸化物、金属硫化物、金属沸化物等の無機化合物や公知の有機化合物から構成される封止層を設ければ大気中でも長寿命の駆動が保証できる。

【0019】

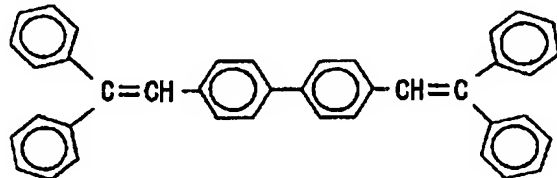
【発明の実施の形態】

【実施例】以下、本発明の実施例について詳細に説明するが、白色発光を得るための具体例を示し、比較例と比較している。

【0020】(実施例1)図1を参照しながら本発明の実施例1について説明する。以下に本発明の実施例1に用いる有機薄膜EL素子の作成手順について説明する。十分洗浄したガラス基板1上に半透明陰極であるSnO<sub>2</sub>を形成した後、電子注入層であるSrOを0.5nm形成した。続いてMBE法にて超高真空下、電子輸送層のトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(以下Alqと略記)を18nm形成した後、下記の化学式1に示されるジスチリルピフェニル誘導体(以下DPVBと略記)を青色発光のホスト材料として用い、化学式2に示されるゲスト材料(以下BczVBと略記)が前記ホスト材料に対して3.1mol%含まれるように超高真空下で35nm成膜し、有機青色発光媒体3aが完成する。

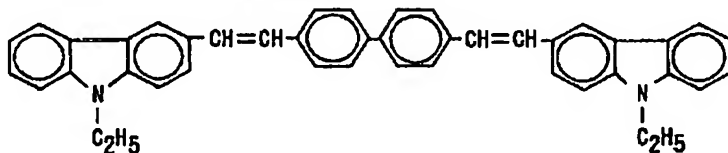
【0021】

【化1】



【0022】

【化2】



【0023】次に、有機青色発光媒体3a上にAlqを超高真空下35nm形成し、更にAlq上に正孔輸送層としてN,N'-ビフェニル-N,N'-ビス(α-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(以下α-NPDと略記)を高真空下にて30nm形成し、有機緑色発光媒体3bが有機青色発光媒体3aと接する形で形成される。

【0024】次に、インジウムと亜鉛からなる半透明陽極4aを低温プロセスにおいて200nm形成した後、有機赤色発光媒体3cの正孔輸送層であるα-NPDを高真空下で40nm形成し、更にAlqをホスト材料として

用い、赤色蛍光色素である4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-4H-ピラン(以下DCMと略記)をゲスト材料として用い、DCMがAlqに対して1.8mol%含まれるように高真空下で50nm形成し、有機赤色発光媒体3cが形成される。

【0025】最後に、陰極2cとしてスカンジウムが1mol%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中でRFスパッタ法で蒸発し、リチウムを抵抗加熱源から蒸発させる方法でリチウムが陰極の0.3mol%を占めるように20nm形成した。更に、陰極の保護層としてスカン

ジウムが1モル%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中のRFスパッタ法により300nm形成した。

【0026】このようにして、R、G、Bの有機発光媒体を有する本発明の実施例1の有機薄膜EL素子が完成する。以上のようにして作成した有機薄膜EL素子に半透明陰極2aと陰極2cを共通に、また半透明陽極4aは単独で直流電源に接続して電圧を印加して発光させたところ、10Vで約4520cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。図4に示す従来の構造を用いた比較例1と比較すると輝度が約3.6倍向上している。これは、本発明の有機薄膜EL素子を用いれば、比較例1に示す従来の素子よりもキャリア注入・輸送効率の向上や発光量子効率が向上したためと考えられる。また、100cd/m<sup>2</sup>におけるCIE色度座標はX=0.345、Y=0.361であり、白色の発光を取り出すことができた。

【0027】(実施例2)有機発光媒体のうち、有機青色発光媒体3aの電子輸送層であるAlqを18nm形成し、且つAlq上部に正孔輸送性のポリビニルカルbazol(以下PVKと略記)バインダー中にDPVBiとBczVBiとがモル比で100:3になるように分散し、スピンコート法にて有機発光層を35nm形成しする以外は、実施例1と同様に有機薄膜EL素子を作成した。以上のようにして作成した有機薄膜EL素子に半透明陰極2aと陰極2cを共通に、また半透明陽極4aは単独で直流電源に接続して電圧を印加し発光させたところ、10Vで約2860cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。比較例2と比較すると輝度が約2.9倍向上している。また、100cd/m<sup>2</sup>におけるCIE色度座標はX=0.328、Y=0.381でありほぼ白色の発光を取り出すことができた。

【0028】(実施例3)図2を参照しながら本発明の実施例3について説明する。以下に本発明の実施例3に用いる有機薄膜EL素子の作成手順について説明する。十分洗浄したガラス基板1上に半透明陰極であるSnO<sub>2</sub>を形成した後、電子注入層であるSrOを0.5nm形成した。続いてMBE法にて超高真空中Alqを20nm形成した後、DPVBiを青色発光のホスト材料として用い、ゲスト材料であるBczVBiが前記ホスト材料に対して3.1モル%含まれるように超高真空中で成膜して45nm形成した。更に正孔輸送層としてのα-NPDを高真空中45nm形成した後、銅フタロシアニン(以下CuPcと略記)を5nm形成し、有機青色発光媒体3aが完成する。次に、有機青色発光媒体3a上にインジウムと亜鉛からなる半透明陽極4aを低温プロセスにて形成した。半透明陽極4a上に正孔輸送層としてのα-NPDを高真空中45nm形成した後、有機緑色発光媒体3bの有機発光層としてAlqを超高真空中35nm形成し、更にAlq上に有機赤色発光媒体3cの有機発光層としてAlqをホスト材料として用い、赤色蛍光色素であるDCMをゲスト材料として用い、DCMがAlqに

対して1.8モル%含まれるように高真空中で40nm形成し、有機緑色発光媒体3bと有機赤色発光媒体3cとが接する形で設けられる。

【0029】最後に、陰極2cとしてスカンジウムが1モル%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中でRFスパッタ法で蒸発し、リチウムを抵抗加熱源から蒸発させる方法でリチウムが陰極の0.3モル%を占めるように20nm形成した。更に、陰極の保護層としてスカンジウムが1モル%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中のRFスパッタ法により300nm形成した。

【0030】このようにして、R、G、Bの有機発光媒体を有する本発明の実施例3の有機薄膜EL素子が完成する。以上のようにして作成した有機薄膜EL素子に半透明陰極2aと陰極2cを共通に、また半透明陽極4aは単独で直流電源に接続して電圧を印加し発光させたところ、10Vで約4260cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。図4に示す従来の構造を用いた比較例1と比較すると輝度が約4倍向上している。また、100cd/m<sup>2</sup>におけるCIE色度座標はX=0.355、Y=0.378であり白色の発光を取り出すことができた。

【0031】(実施例4)有機発光媒体のうち、有機青色発光媒体3aの電子輸送層であるAlqを20nm形成し、且つAlq上部にPVKバインダー中にDPVBiとBczVBiとがモル比で100:3になるように分散し、スピンコート法にて有機発光層を70nm形成しする以外は、実施例3と同様に有機薄膜EL素子を作成した。以上のようにして作成した有機薄膜EL素子に半透明陰極2aと陰極2cを共通に、また半透明陽極4aは単独で直流電源に接続して電圧を印加し発光させたところ、10Vで約3060cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。比較例2と比較すると輝度が約3.2倍向上している。また、100cd/m<sup>2</sup>におけるCIE色度座標はX=0.326、Y=0.370であり、ほぼ白色の発光を取り出すことができた。

【0032】(実施例5)図3を参照しながら本発明の実施例5について説明する。実施例5は有機発光媒体が半透明電極により3分割されているところが実施例1から実施例4とは異なる。以下に本発明の実施例5に用いる有機薄膜EL素子の作成手順について説明する。十分洗浄したガラス基板1上に半透明陽極4bであるITOを形成した後、正孔注入層としてCuPcを5nm形成し、更にその上に正孔輸送層であるα-NPDを高真空中で40nm形成した。次に青色発光のホスト材料としてDPVBiを用い、ゲスト材料(BczVBi)が前記ホスト材料に対して3.1モル%含まれるように超高真空中で45nm形成した後、電子輸送層としてAlqを超高真空中20nm形成し、有機青色発光媒体3aが完成する。この有機青色発光媒体3aの上に有機青色発光媒体3aに電子を注入するための半透明陰極2bとして、SrOを0.5nm形成した後、更にインジウムと亜鉛から

なる透明電極を積層し、更にその上部にSrOを0.5nm形成し、有機青色発光媒体3aと有機緑色発光媒体3bの両方に電子注入可能な半透明陰極2bが完成する。次に半透明陰極2b上に発光層であるAlqを50nm、正孔輸送層である $\alpha$ -NPDを50nm形成し、有機緑色発光媒体3bが完成する。この有機緑色発光媒体3b上にインジウムと亜鉛からなる半透明陽極4aを形成した。続いて正孔輸送層の $\alpha$ -NPDを高真空中にて30nm形成し、Alqをホスト材料として用い、赤色蛍光色素であるDCMをゲスト材料として用い、DCMがAlqに対して1.8モル%含まれるように高真空中で50nm形成し、有機赤色発光媒体3cが形成される。最後に陰極2cとしてスカンジウムが1モル%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中でRFスパッタ法で蒸発し、リチウムを抵抗加熱源から蒸発させる方法でリチウムが陰極の0.3モル%を占めるように20nm形成した。更に、陰極の保護層としてスカンジウムが1モル%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中のRFスパッタ法により300nm形成した。

【0033】このようにして、R、G、Bの有機発光媒体を有する本発明の実施例5の有機薄膜EL素子が完成する。以上のようにして作成した有機薄膜EL素子に半透明陰極2bと陰極2cを共通に、また半透明陽極4aと4b共通にして直流電源に接続して電圧を印加し発光させたところ、10Vで約4015cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。図5に示す従来の発光セルを重ねた場合の構造を用いた比較例3と比較すると輝度が約4.7倍向上している。また、100cd/m<sup>2</sup>におけるCIE色度座標はX=0.345, Y=0.371であり白色の発光を取り出すことができた。

【0034】尚、本実施例では白色発光を得ているが、半透明電極によって分割されたR、G、Bの発光媒体の内、少なくとも1つを発光させないように駆動すれば白色以外の発光を得ることも可能である。

【0035】(実施例6)有機発光媒体のうち、有機青色発光媒体3aとしてPVKバインダー中にDPVBiとBczVBiとがモル比で100:3になるように分散し、スピンコート法にて有機発光層を70nm形成し、その上部に電子輸送層であるAlqを20nm形成する以外は、実施例5と同様に有機薄膜EL素子を作成した。以上のようにして作成した有機薄膜EL素子に半透明陰極2bと陰極2cを共通に、また半透明陽極4aと4b共通にして直流電源に接続して電圧を印加して発光させたところ、10Vで約3140cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。図5に示す従来の構造を用いた比較例4と比較すると輝度が約6倍向上している。これは、本発明の有機薄膜EL素子を用いることで、比較例4に示す従来の素子よりも光の取り出し効率が向上したためである。また、100cd/m<sup>2</sup>におけるCIE色度座標はX=0.344, Y=0.369であり白色発光を取り出す

ことができた。

【0036】(比較例1)以下に図4を参照しながら比較例1の有機薄膜EL素子について説明する。十分洗浄したガラス基板1上に半透明陽極4aであるSnO<sub>2</sub>を形成した後順に、正孔輸送層である $\alpha$ -NPDを超高真空中35nm形成し、次に有機青色発光媒体3aとしてDPVBiを青色発光のホスト材料として用い、ゲスト材料(BczVBi)が前記ホスト材料に対して3.1モル%含まれるように超高真空中35nm形成した。次に有機青色発光媒体3a上に有機緑色発光媒体3bとしてAlqを超高真空中35nm形成し、更にAlq上にAlqをホスト材料として用い、赤色蛍光色素であるDCMをゲスト材料として用い、DCMがAlqに対して1.8モル%含まれるように高真空中で30nm形成し、有機赤色発光媒体3cを形成した。最後に、陰極2cとしてスカンジウムが1モル%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中でRFスパッタ法で蒸発し、リチウムを抵抗加熱源から蒸発させる方法でリチウムが陰極の0.3モル%を占めるように20nm形成した。更に、陰極の保護層としてスカンジウムが1モル%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中のRFスパッタ法により300nm形成した。

【0037】このようにして、R、G、Bの有機発光媒体が積層された本発明の比較例1の有機薄膜EL素子が完成する。以上のようにして作成した有機薄膜EL素子に直流電圧を印加し発光させたところ、10Vで約1270cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。また、100cd/m<sup>2</sup>におけるCIE色度座標はX=0.267, Y=0.458であり、白色発光は得られなかった。

【0038】(比較例2)以下に比較例2の有機薄膜EL素子について説明する。十分洗浄したガラス基板1上に半透明陽極4aであるSnO<sub>2</sub>を形成した後、順に正孔注入層であるCuPcを25nm形成し、更に有機青色発光媒体3aとして、PVKバインダー中にDPVBiとBczVBiとがモル比で100:3になるように分散し、スピンコート法にて有機発光層を70nm形成しする以外は、比較例1と同様に有機薄膜EL素子を作成し、評価を行った。比較例2で作成した有機薄膜EL素子に直流電圧を印加し発光させたところ、10Vで約970cd/m<sup>2</sup>の輝度が得られた。また、100cd/m<sup>2</sup>におけるCIE色度座標はX=0.277, Y=0.450であり、白色発光は得られなかった。

【0039】(比較例3)比較例3においては、図5に示すように有機発光セルを複数個積層して合成発光を得るための有機薄膜EL素子を作成した。以下に比較例3の有機薄膜EL素子の作成方法について説明する。十分洗浄したガラス基板1上に半透明陽極4bであるITOを形成した後、正孔注入層として銅フタロシアニン(以下CuPcと略記)を5nm形成し、更にその上に正孔輸送層である $\alpha$ -NPDを高真空中で40nm形成した。次



に青色発光のホスト材料としてDPVBiを用い、ゲスト材料(BczVBi)が前記ホスト材料に対して3.1モル%含まれるように超高真空中で45nm形成した後、電子輸送層としてAlqを超高真空中で20nm形成した。その上に半透明陰極2bとして、SrOを0.5nm形成した後、インジウムと亜鉛からなる透明電極を低温プロセスにて積層し青色発光を示す第1の有機発光セルがする。この第1の発光セルの上に第1の発光セルと第2の発光セルを分離するためにGeOからなる絶縁膜5を25nm設けた。次に、前記GeO上に第2の有機発光セルにを形成する。GeO上にインジウムと亜鉛からなる半透明陽極4aを形成後、正孔輸送層である $\alpha$ -NPDを50nm、発光層であるAlqを50nm形成する。次に、半透明陰極2bとして、SrOを0.5nm形成した後、インジウムと亜鉛からなる透明電極を積層し緑色発光を示す第2の有機発光セルがする。この第2の発光セルの上に第2の発光セルと第3の発光セルを分離するためにGeOからなる絶縁膜5を25nm設けた。次に、前記GeO上に第3の有機発光セルにを形成する。GeO上にインジウムと亜鉛からなる半透明陽極4aを形成後、正孔輸送層である $\alpha$ -NPDを50nm形成し、発光層としてDCMがAlqに対して1.8モル%含まれるようにAlqを高真空中で50nm形成する。最後に陰極2cとしてスカンジウムが1モル%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中でRFスパッタ法で蒸発し、リチウムを抵抗加熱源から蒸発させる方法でリチウムが陰極の0.3モル%を占めるように20nm形成した。更に、陰極の保護層としてスカンジウムが1モル%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中のRFスパッタ法により300nm形成し、第3の有機発光セルが完成する。

【0040】このようにして、有機発光セルが積層された本発明の比較例3の有機薄膜EL素子が完成する。以上のようにして作成した有機薄膜EL素子のそれぞれの有機発光セルを直流電源に接続して電圧を印加したところ、各発光セルに10V印加したところ約850cd/m<sup>2</sup>の発光が得られた。100cd/m<sup>2</sup>におけるCIE色度座標はX=0.286, Y=0.495であり、白色発光は得られなかった。

【0041】(比較例4)比較例4の有機薄膜EL素子の作成方法について説明する。十分洗浄したガラス基板1上に半透明陽極4bであるITOを形成した後、正孔注入層としてCuPcを25nm形成し、PVKバインダー中にDPVBiとBczVBiとがモル比で100:3になるように分散し、スピンコート法にて有機発光層を70nm形成し、その上部に電子輸送層であるAlqを20nm形成する以外は比較例3と同様にして有機発光セルが複数個重なってなる有機薄膜EL素子を作成した。

【0042】以上のようにして作成した有機薄膜EL素子のそれぞれの有機発光セルを直流電源に接続して電圧を印加したところ、各は発光セルに10V印加したところ約525cd/m<sup>2</sup>の発光が得られた。100cd/m<sup>2</sup>におけるCIE色度座標はX=0.283, Y=0.461であり白色発光は得られなかった。

【0043】

【発明の効果】複数の有機発光媒体が積層されてなる有機薄膜EL素子において、有機発光媒体の界面に電極を設け、前記電極からは隣接する有機発光媒体の両方に電荷を注入するようにし、各発光媒体の発光強度を電圧で制御することで、従来の有機発光媒体が積層されてなる有機薄膜EL素子において困難であった輝度バランスの制御が容易で且つ低電圧・高輝度の合成発光が得られる。また、従来の発光セルを複数個重ねて合成発光を取り出す方法よりも、光の取り出し効率が改善され、且つ製造プロセスが簡略化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1及び実施例2で用いた複数の発光媒体が積層されてなる有機薄膜EL素子の説明図である。

【図2】本発明の実施例3及び実施例4で用いた複数の発光媒体が積層されてなる有機薄膜EL素子の説明図である。

【図3】本発明の実施例5及び実施例6で用いた複数の発光媒体が積層されてなる有機薄膜EL素子の説明図である。

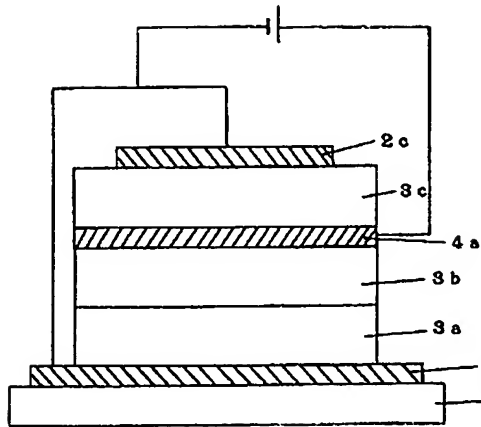
【図4】比較例1及び比較例2で用いた複数の発光媒体が積層されてなる従来の有機薄膜EL素子の説明図である。

【図5】比較例3で用いた有機ELセルを複数個重ねて発光を取り出す従来の有機薄膜EL素子の説明図である。

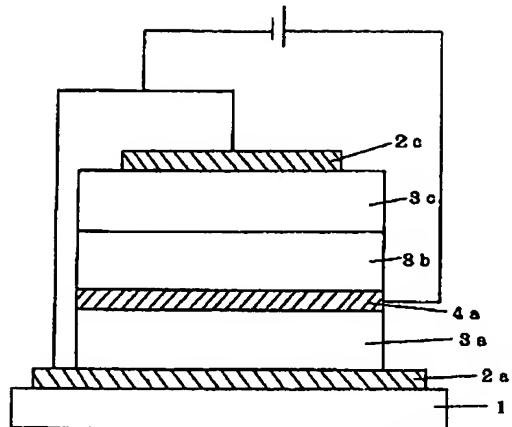
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 a 半透明陰極
- 2 b 半透明陰極
- 2 c 陰極
- 3 a 有機青色発光媒体
- 3 b 有機緑色発光媒体
- 3 c 有機赤色発光媒体
- 4 a 半透明陽極
- 4 b 半透明陽極
- 5 絶縁膜
- 6 a 有機青色発光セル
- 6 b 有機緑色発光セル
- 6 c 有機赤色発光セル

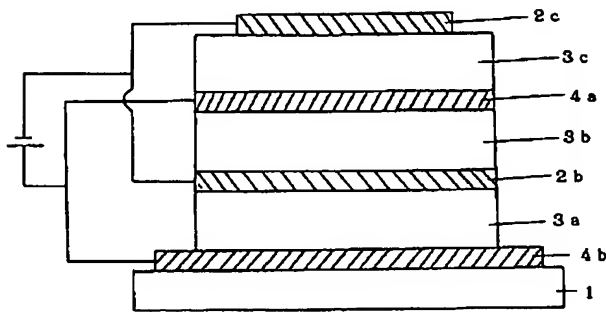
【図 1】



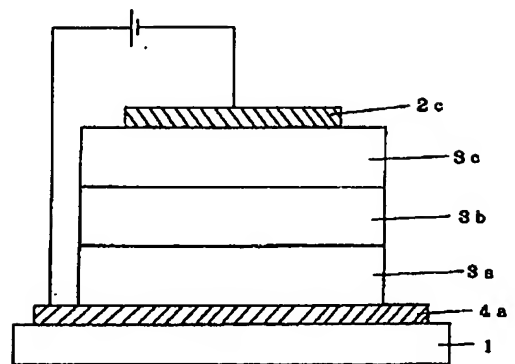
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

